

UN VIATGE GEOLÒGIC PER LA RIBERA D'EBRE

JOAQUIM ROSET PIÑOL

Enginyer geòleg. Escola d'Arquitectura de la URV
joaquimenric.roset@urv.cat

[Data de lliurament i acceptació: setembre de 2017]

PARAULES CLAU

Ebre, comarca, milions d'anys (Ma), afloraments i geologia.

PALABRAS CLAVE

Ebro, comarca, millones de años (Ma), afloramientos, geología.

KEYWORDS

Ebro, county, million years (Ma), outcrops, geology.

RESUM

L'objectiu del present article és l'anàlisi general de la geologia de la comarca de la Ribera d'Ebre. L'estudi dels afloraments dels diferents materials geològics permet definir la història geològica de la comarca i identificar punts d'interès geològic.

Per cada edat geològica, de més antic a més modern, s'han analitzat els afloraments existents a àmbit comarcal fins als esdeveniments geològics més recents.

Es pot concloure que a la comarca de la Ribera d'Ebre s'hi poden trobar els materials més antics (triàsics) a la zona sud mentre que els més moderns (quaternaris) es poden trobar al llarg del riu Ebre.

L'esdeveniment geològic més important de la comarca se situaria al Pas de l'Ase on durant l'edat Terciària s'hi va formar l'actual riu Ebre, mentre que actualment han tingut lloc esdeveniments singulars tal com l'abandonament d'un meandre a Flix, la creació d'un petit delta a la zona de Miravet i un terratrèmol recent a Tivissa.

RESUMEN

El objetivo de este artículo es el análisis general de la geología de la comarca de la Ribera d'Ebre. El estudio de los afloramientos de los diversos materiales geológicos permite definir la historia geológica de la comarca e identificar puntos de interés geológico.

Para cada edad geológica, de más antiguo a más moderno, se han analizado los afloramientos existentes en ámbito comarcal hasta los acontecimientos geológicos más recientes.

Se puede concluir que en la comarca de la Ribera d'Ebre pueden encontrarse los materiales más antiguos (triásicos) en la zona sur, mientras que los más modernos (cuaternarios) pueden encontrarse a lo largo del río Ebro.

El acontecimiento geológico más importante de la comarca se sitúa en el Pas de l'Ase, donde en la edad terciaria se formó el actual río Ebro, mientras que actualmente han tenido lugar acontecimientos singulares, como el abandono de un meandro en Flix, la creación de un pequeño delta en la zona de Miravet y un terremoto reciente en Tivissa.

ABSTRACT

The objective of this article is the general analysis of the geology of the county of Ribera d'Ebre. The study of the outcrops of different geological materials defines the geological history of the county and identifies geological points of interest.

For every geological age, from the oldest to the newest, the outcrops in the county as well as the most recent geological events have been analysed.

It can be concluded that in the county of Ribera d'Ebre, the oldest materials (Triassic) can be found in the south part, whereas the newer ones (Quaternary) can be found along the Ebro River.

The most important geological event of the county is in Pas de l'Ase, where during the Tertiary Period the current Ebro River was formed, although recently there have been significant events, such as the abandonment of a meander at Flix, the creation of a small delta in the Miravet area and a recent earthquake in Tivissa.

INTRODUCCIÓ

A la comarca de la Ribera d'Ebre hi ha representats materials geològics de diferents edats i els quals defineixen l'evolució geològica de la zona. La seva anàlisi i disposició permetrà estimar la història geològica de la comarca, així com identificar possibles punts d'interès geològic.

La coneixença de la geologia de la comarca ha de permetre analitzar algunes característiques del subsòl i l'explicació d'alguns problemes lligats a la geologia: aigües subterrànies, processos geològics inestables, problemes geotècnics, entre altres.

Aquest coneixement també podria tenir un vessant turístic en forma de complement d'interpretació del paisatge de la comarca i on el riu Ebre hi juga un paper molt important.

Per tal de poder analitzar de manera general la geologia de la comarca l'estructura del text és la que detallem a continuació.

- Identificació i anàlisi dels diversos temps geològics i de més antic a més modern.
- Identificació d'afioraments dels diversos materials geològics.
- Identificació de singularitats geològiques dels diversos materials geològics.

Aquesta estructura ha permès identificar els diversos materials geològics existents a la comarca i analitzar les característiques de cadascun, així com identificar possibles singularitats geològiques derivades.

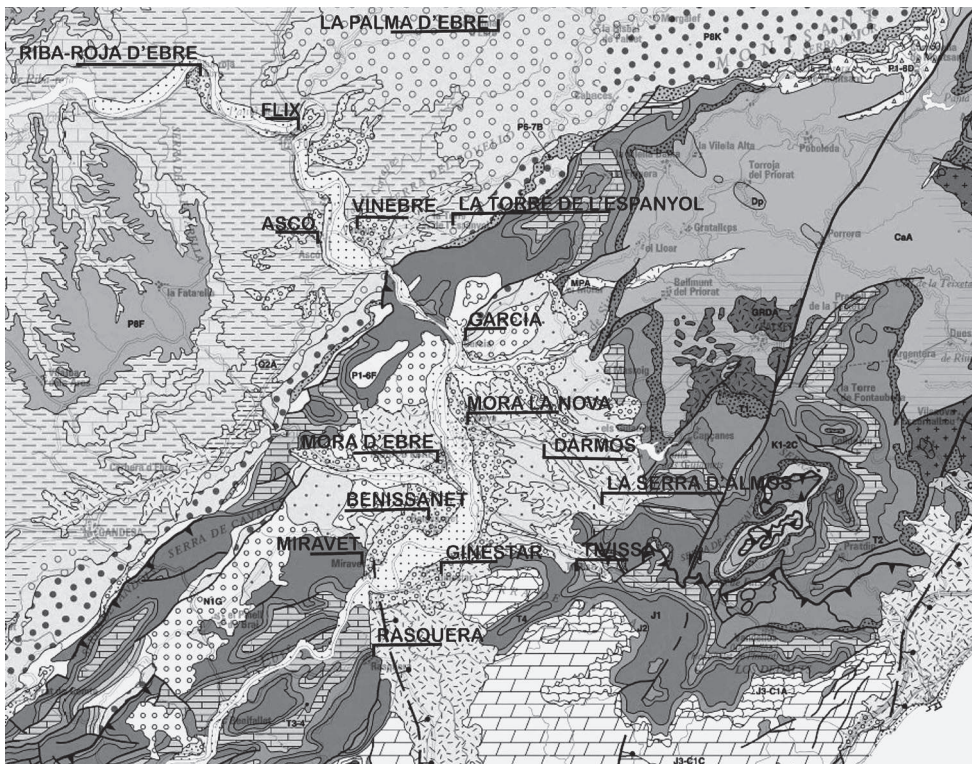
RESULTATS

La recerca de camp i bibliogràfica realitzada ha permès detectar l'existència de materials geològics diferents al llarg de la comarca de la Ribera d'Ebre i on el Pas de l'Ase hi juga un paper singular.

La zona situada al nord del Pas de l'Ase està formada per materials d'edat terciària (de 5 a 60 Ma), mentre que la resta de la comarca està formada, bàsicament, per materials d'edat triàssica i juràssica (de 150 fins a 250 Ma aproximadament).

Els materials geològics més moderns corresponen a l'edat quaternària (< 2 Ma) i se situen a les vessants de les muntanyes i valls, així com al voltant del riu Ebre.

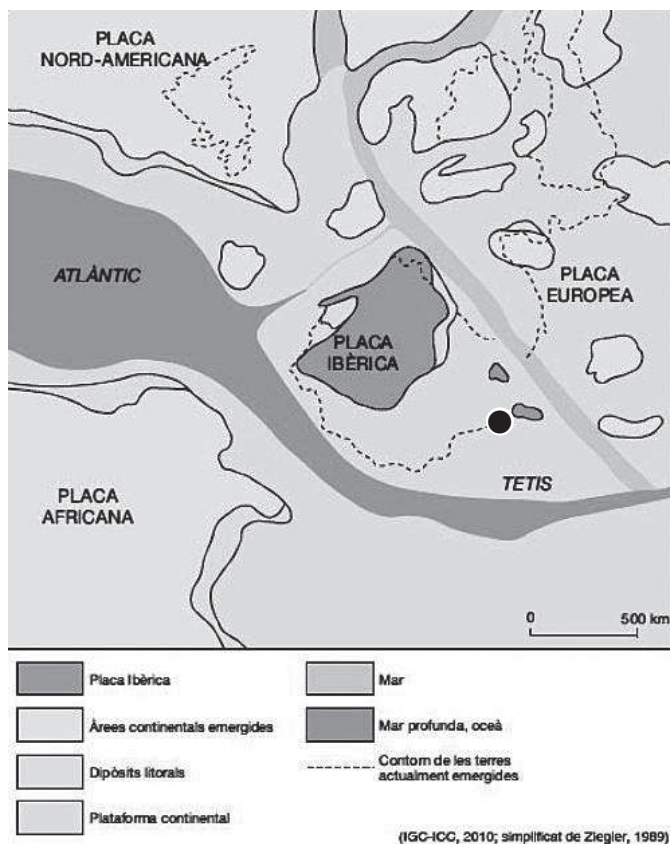
Figura 1. Mapa geològic general de la Ribera d'Ebre
(Font: www.icgc.cat.
Escala: 1:200.000)



Per a cadascun dels materials geològics existents a la comarca s'han analitzat les seves característiques principals, així com la seva formació i la qual permetrà definir la història geològica de la Ribera d'Ebre.

La comarca durant el Triàsic i Juràssic (235 a 150 Ma)

Fa uns 235 a 150 Ma tota la zona oriental de la península Ibèrica (encara no existia) estava sota un mar poc profund i tal com es pot observar en la imatge següent:



La zona de la comarca (punt dibuixat a la figura) se situava en una zona plataforma marina poc profunda (no superiors als 200 a 300 m) i on els sediments que hi arribaven provenien dels relleus situats, en aquest cas, a la zona est. Aquests sediments en arribar al mar juràssic sedimentaven en forma de sorres i fangs carbonàtics i en funció de la climatologia existent i l'evaporació de l'aigua del mar s'hi anirien formant gresos, argiles, calcàries i guixos respectivament. Amb el temps i les condicions favorables (pressió i temperatura) formarien les roques calcàries que es poden observar en les zones on hi afluïren.

Aquests materials, en formar-se a sota d'un mar, presenten restes de fòssils i testimonis de la vida aquàtica existent durant aquella època i en forma, bàsicament, de *belemnites* i *ammonites*.

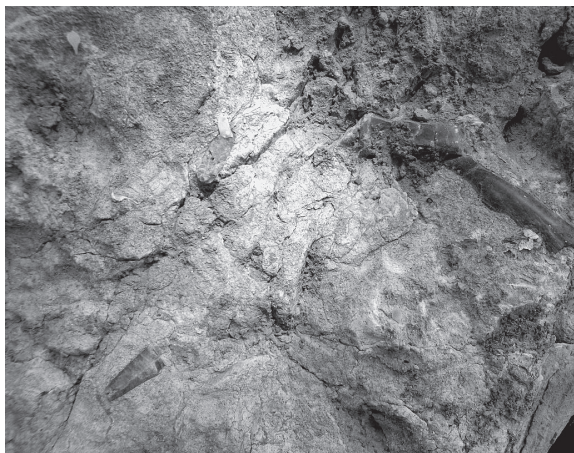


Figura 3. Fòssils d'amonites (foto esquerra) i belemnites (foto dreta) a les roques calcàries de Tivissa (Foto: Joaquim Roset, 2017)

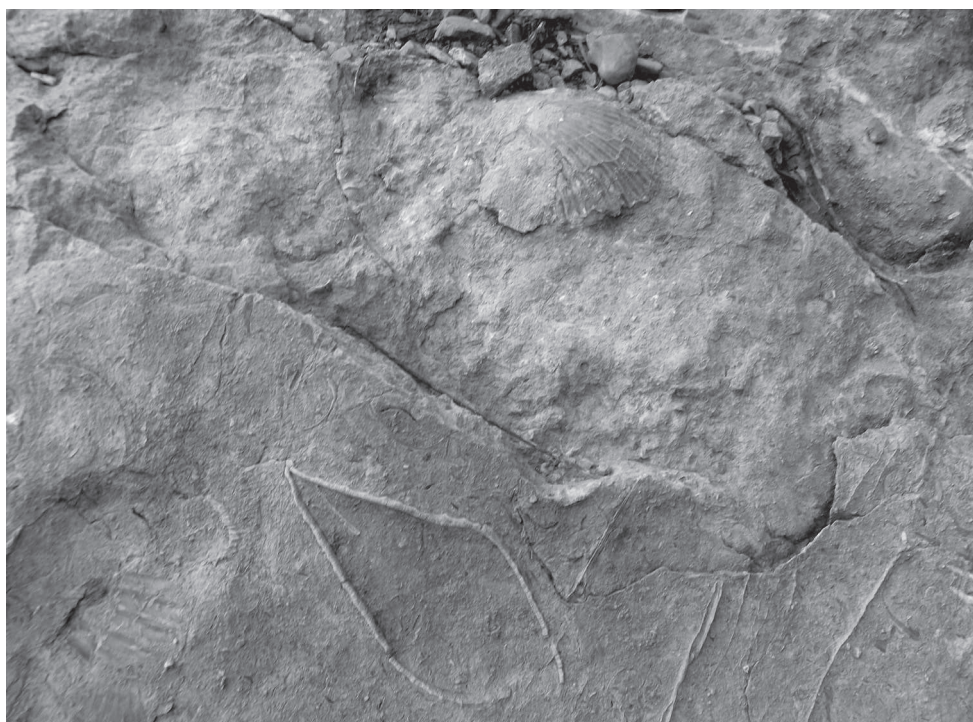


Figura 4. Aflorament de fòssils bivalves i ostrèids a Tivissa (Foto: Joaquim Roset, 2017)

Tot i estar bàsicament submergits s'ha pogut observar afloraments amb evidències d'absència de mar o de làmina d'aigua molt petita en els trams juràsics superiors i amb forma de restes de fòssils litorals (algues, eriçons de mar...).

Durant aquesta època també va haver-hi petits fenòmens volcànics en forma d'erupcions submergides i que van formar roques volcàniques.

Els materials formats durant l'època triàsica i juràsica van emergir a la superfície fa uns 65 Ma i durant la orogènesi alpina.

AFLORAMENTS DE ROQUES TRIÀSIQUES I JURÀSIQUES

Els materials de roques triàsiques i juràsiques de la comarca estan representats per calcàries, dolomies, argiles, margues i guixos amb gruixos de 40 m a > 300 m i es poden observar en els punts que veurem tot seguit.

- **Zona de Tivissa i Rasquera**



Figura 5. Afloraments de calcàries juràsiques a Tivissa (Foto: Joaquim Roset, 2017)



Figura 6. Afloraments de calcàries juràssiques a Rasquera (Foto: Joaquim Roset, 2017)

- Zona de Miravet / Móra d'Ebre - la Torre de l'Espanyol

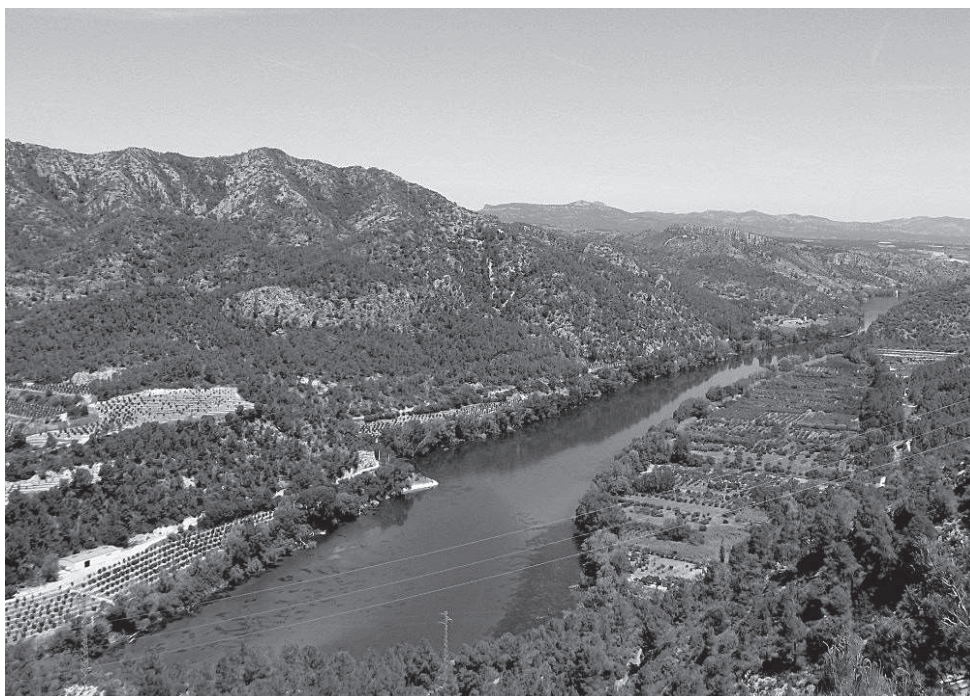


Figura 7. Afloraments de calcàries juràssiques a Miravet (Foto: Joaquim Roset, 2017)



Figura 8. Afloraments
de calcàries juràssiques al Pas de
l'Ase (Foto: Joaquim Roset, 2017)



Figura 9. Aflorament
de guixos triàsics a Rasquera
(Foto: Joaquim Roset, 2016)



Figura 10. Aflorament de roques
volcàniques a la ctra. de Cardó
(Foto: Joaquim Roset, 2016)

SINGULARITATS DE LES ROQUES TRIÀSIQUES I JURÀSIQUES

Les roques calcàries d'aquesta edat presenten una certa susceptibilitat enfront de l'aigua de la pluja i donada la següent reacció química:



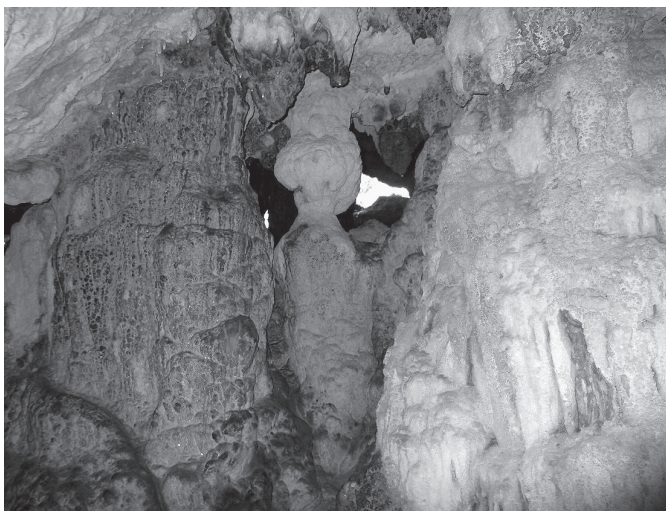
L'aigua de pluja un cop caiguda del núvol es combina amb el diòxid de carboni atmosfèric i forma l'àcid carbònic, un àcid molt lleuger però amb capacitat per dissoldre lentament les roques calcàries.

Aquesta dissolució fa que en aquestes muntanyes s'hi pugin observar fenòmens càrstics externs o exocàrstics (balmes, sulsidees, roques foradades...) i interns o endocàrstics (coves, estalagmites...).

Figura 11. Fenomen càrstic extern en forma de roca foradada a la zona de Tivissa
(Foto: Joaquim Roset, 2017)

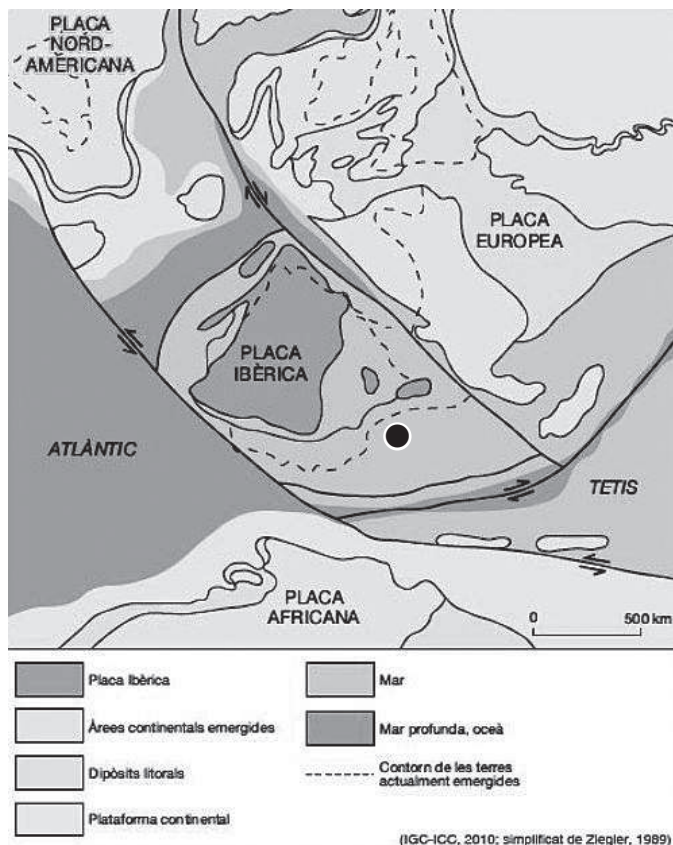


Figura 12. Fenomen càrstic intern en forma d'estalactites i estalagmites a la zona de Tivissa
(Foto: Joaquim Roset, 2016)



La comarca durant el Cretaci (65 - 150 Ma)

Durant aquesta època la zona oriental de la península Ibèrica encara es trobava sota un mar poc profund i tal com es pot observar en la imatge següent:



Per tant, els sediments continuaven sent marins, tot i que se'n troben de litorals a la zona oriental de la comarca i en forma de sorres, argiles i calcàries. Aquests materials formaven part d'un litoral amb platja i els dipòsits formats són en part marins i en part continentals.

En aquests materials hi ha pocs testimonis de fòssils.

AFLOREMENTS DE ROQUES CRETÀCIQUES

Els materials cretacs de la comarca estan representats per nivells de sorres groguenques amb capes estratificades en forma de *ripples*, que denoten l'existència de corrents d'aigua i nivells de dolomies ben estratificades i que poden denotar un augment del nivell de mar.

Els afloraments cretacis presenten uns gruixos, en total, no superiors als 30 m a 35 m i es poden observar en els punts següents:

- Zona Tivissa i Llaberia



Figura 14. Sorres del cretaci a la zona de Llaberia amb *ripples* de corrent i on s'indiquen els fluxos d'aigua que les van formar (Foto: Joaquim Roset, 2016)

La comarca durant el Terciari (65 - 2 Ma)

Durant aquesta època la zona oriental de la península Ibèrica s'aixequen del fons marí la serralada dels Pirineus, la part oriental de la serralada Ibèrica i la Serralada Prelitoral Catalana, tot provocant el tancament d'un gran mar interior a la península i que comprèn, aproximadament, des de l'actual Ribera d'Ebre fins a l'oceà Atlàntic, tal com es pot observar en la figura següent:

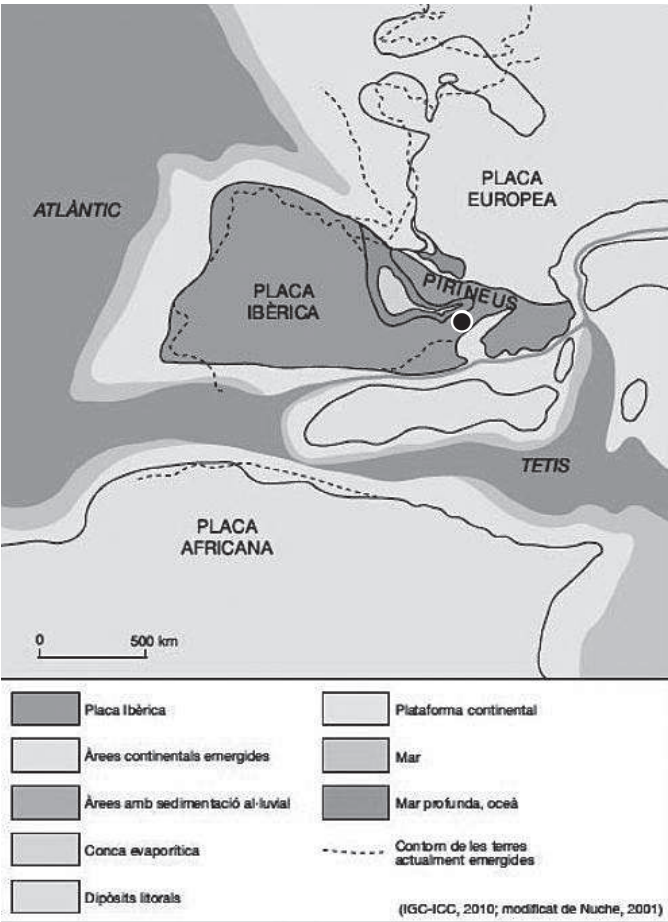


Figura 15. Estimació (punt de color negre) de la situació de la placa ibèrica durant l'època cretàica (Font: www.icgc.cat)

Es tractava d'un mar tancat i endorreic, on hi desembocaven totes les aigües procedents dels relleus perimetrals:

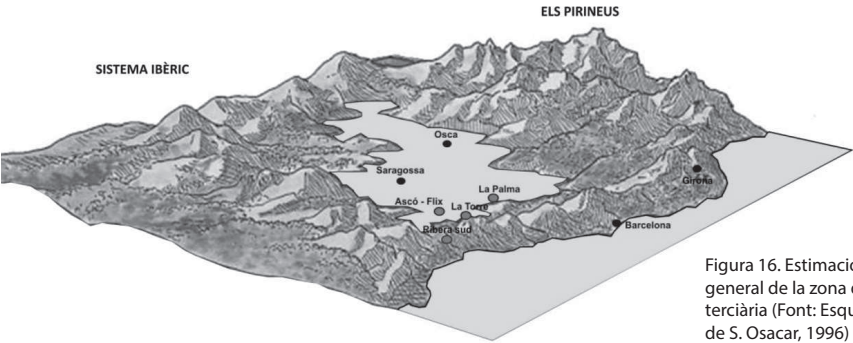
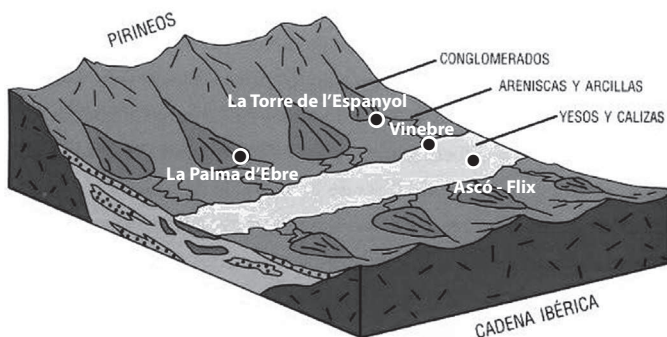


Figura 16. Estimació de la situació general de la zona durant l'època terciària (Font: Esquema adaptat de S. Osacar, 1996)

La situació general de la zona nord de la comarca podria ser la següent:

Figura 17. Estimació de la situació de la zona nord de la comarca durant l'època terciària (Font: <http://www.adevaherranz.es/GEOGRAFIA/ESPANA/FISICA/RED%20FLUVIAL/RED%20FLUVIAL%20IBERICA.htm>)



Els rius i torrents que desembocaven al mar interior formaven deltes a les zones més pròximes a la desembocadura, tot dipositant els materials més grollers (graves i sorres) a les zones més pròximes a la desembocadura i els materials més fins (llims i argiles) a les zones interiors del mar.

Les fluctuacions del mar i la climatologia existent van arribar a formar nivells de guixos secundaris en aquests materials.

La situació d'emplenament d'aquest mar intern va durar, aproximadament, uns 30 a 40 Ma.

Mentre el mar interior s'anava reomplint de sediments a la zona sud de la comarca s'hi havia format una petita depressió terciària (cubeta de Móra) i la qual també s'anava reomplint de sediments procedents dels relleus existents a la seva zona perimetral (Priorat-Tivissa-Cardó) (figura 18).

Durant aquest període geològic i fa uns 6 a 7 Ma, amb l'evolució de les plaques tectòniques del nord i sud de la península Ibèrica, es va produir el tancament del mar Mediterrani per la zona de l'estret de Gibraltar, tot fent que aquest tingués un descens molt brusc del seu nivell i fent que els rius que hi desembocaven haguessin de modificar el seu curs per tal de poder trobar el nou punt de drenatge (figura 19).

La modificació d'un dels cursos dels anteriors rius o torrents existents a la zona sud de la comarca i amb desembocadura directa al mar produí l'encaixament d'aquest a la zona del Pas de l'Ase i la captura fluvial del mar interior existent formant, així, l'actual riu Ebre (figura 20).

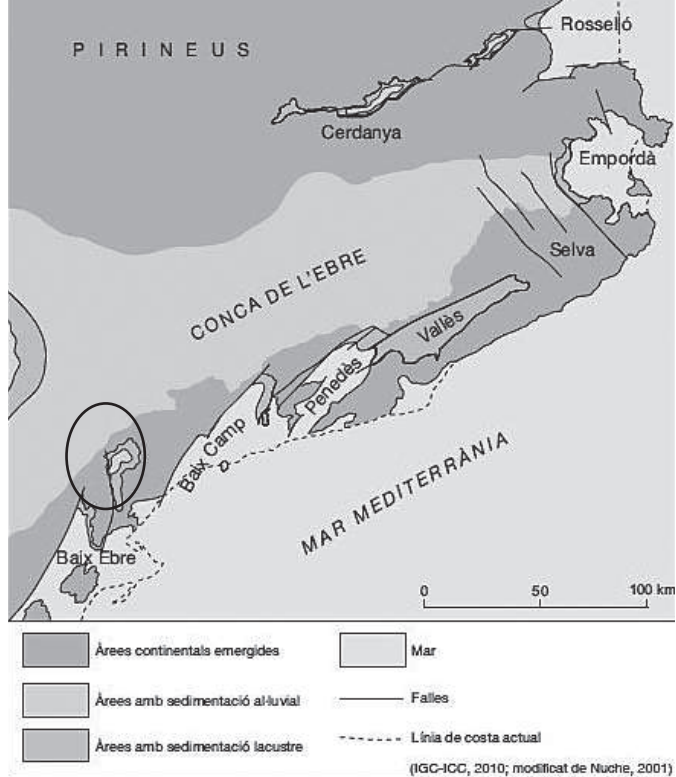


Figura 18. Estimació de la situació de Catalunya fa uns 15 Ma (Font: www.icgc.cat)

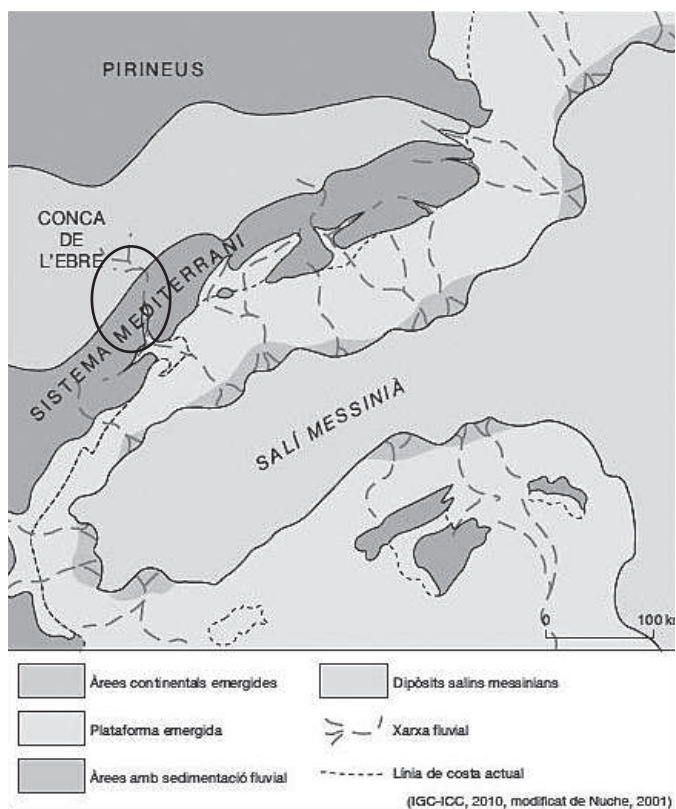


Figura 19. Estimació de la situació de Catalunya fa uns 5-6 Ma (Font: www.icgc.cat)

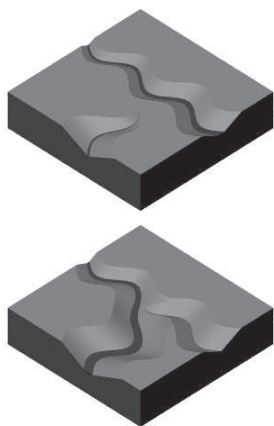


Figura 20. Fenomen de captura fluvial (Font: https://es.wikipedia.org/wiki/Captura_fluvial)

AFJORAMENTS DE ROQUES TERCIÀRIES

Els materials de roques terciàries de la comarca estan representats per conglomerats, gresos, argiles, calcàries i guixos amb gruixos de 40 m a > 150 m i es poden observar en els punts següents:

- Zona de la Torre de l'Espanyol, la Palma d'Ebre i Camposines

Figura 21. Imatge dels deltes fòssils (conglomerats, sorres i argiles) de la zona est de La Torre de l'Espanyol (Foto: Joaquim Roset, 2015)



Figura 22. Imatge del delta fòssil de la zona del Pas de l'Ase (Foto: Joaquim Roset, 2015)



En aquestes imatges es poden observar els deltes fòssils existents i la direcció del flux d'aigua i que en aquest cas seria d'est a oest.

- Zona de la Ribera Nord i cubeta de Móra



Figura 23. Aflorament d'argiles, calcàries i gresos a la zona de la Palma d'Ebre (Foto: Joaquim Roset, 2017)



Figura 24. Aflorament d'argiles i guixos a la zona de Flix (Font: Google Maps, 2017)

En aquestes imatges es poden observar diferents ambients sedimentaris i on l'existència de guixos pot indicar un alt grau d'evaporació de l'aigua del mar existent. Generalment l'existència de guixos augmenta en direcció al centre de la conca.

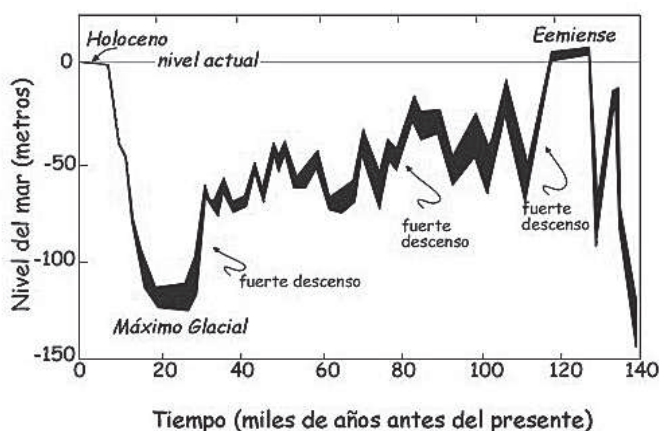
La comarca durant el Quaternari (< 2 Ma)

La morfologia de la zona de la comarca no ha patit gaires variacions durant la darrera època geològica, tot i que els materials hi són abundants sobretot a les zones més pròximes al riu Ebre, l'agent geològic dominador durant aquest període.

Durant aquest període els esdeveniments geològics més importants han estat associats a les periòdiques oscil·lacions del nivell de mar i lligades als períodes glacials existents.

Les glaciacions presenten unes oscil·lacions amb uns períodes màxims glacials amb períodes interglacials d'uns 100.000 aproximadament. Els períodes més freds el mar mediterrani, així com la resta dels mars i oceans, anaren baixant de nivell, ja que part de les precipitacions foren en forma sòlida formant glaceres, mentre que per períodes més càlids el procés fou a l'inrevés. La darrera glaciació es va acabar fa uns 10.000 anys.

Figura 25. Estimació de les oscil·lacions del nivell de mar durant els darrers milers d'anys (Font: Antón Uriarte. Historia del Clima de la Tierra. Base de datos de Climatología y Geología)



Aquestes oscil·lacions del nivell del mar obligaren el riu Ebre a modificar el seu traçat, així com a aportar més o menys cabals i sediments, tot fent que els dipòsits fluvials siguin més o menys importants.

Les crescudes periòdiques del riu Ebre han anat formant diversos nivells de sediments a ambdós costats del riu i en forma de terrasses fluvials, amb graves grolleres i arrodonides a les zones més pròximes al riu, i sorres, llims i argiles a les zones més llunyanes i respectivament.

L'erosió fluvial provocada pel mateix riu Ebre ha fet que s'hagi anat encaixant a poc a poc al llarg de la comarca, tot deixant el testimoni dels dipòsits de terrasses fluvials a ambdós costats i a diverses alçàries respecte a la seva llera actual.

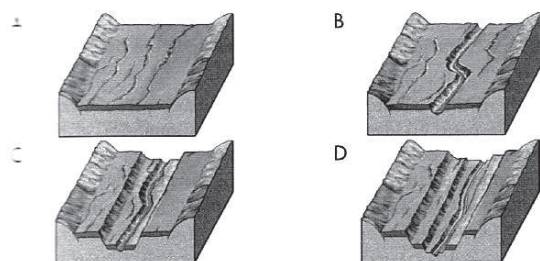


Figura 26. Procés d'encaixament d'un riu i formació de les terrasses fluvial (Font: <https://es.slideshare.net/jlorentemartos/formacin-de-terrazas-fluviales>)

Aquest procés d'encaixament implica que la primera terrassa fluvial formada pel riu Ebre es podia situar a una cota molt superior a la llera actual del riu. En aquesta zona s'han arribat a diferenciar fins a quatre nivells de terrasses fluvials i a unes cotes d'uns +2 m a +60 m respecte a la cota actual del riu.



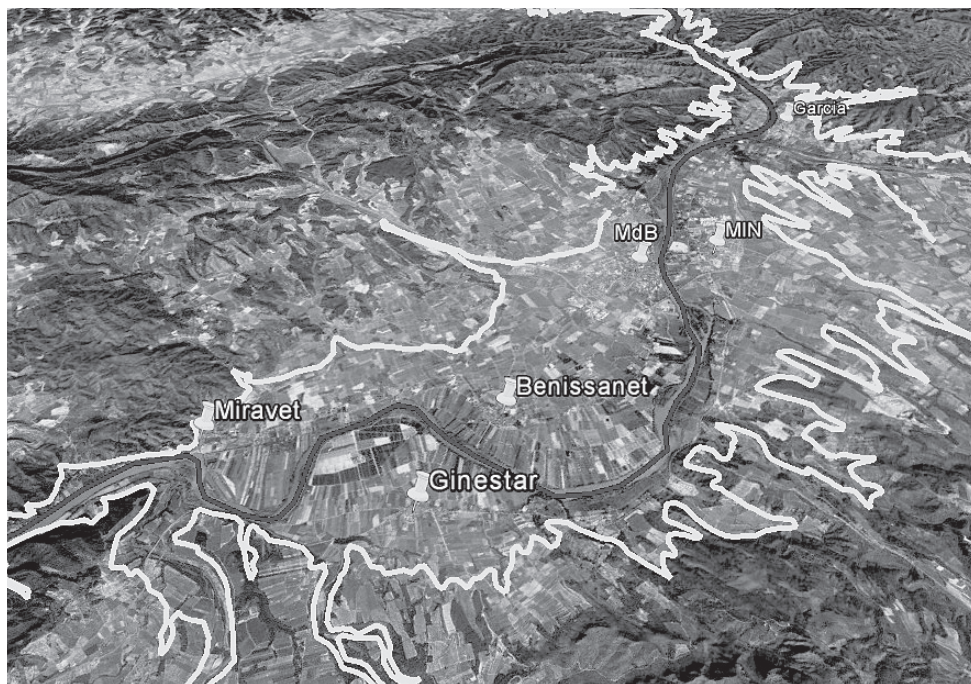
Figura 27. Estimació de les diverses terrasses fluvials del riu Ebre a la zona de la cubeta de Móra (Foto: Joaquim Roset, 2017)

Aquest fet pot indicar que el riu Ebre ha anat variant el seu traçat durant el quaternari i es pot estimar la seva evolució analitzant els dipòsits de la terrassa més antiga del riu i situada a major cota i tal com es pot observar en les figures següents:

Figura 28. Delimitació de la terrassa més antiga del riu Ebre a la zona nord de la comarca (Font: elaboració pròpia amb Google Earth)



Figura 29. Delimitació de la terrassa més antiga del riu Ebre a la zona sud de la comarca (Font: elaboració pròpia amb Google Earth)



Tenint en compte aquesta delimitació es pot observar que el riu Ebre ha patit oscil·lacions molt importants i respecte a la seva traça actual, amb distàncies superiors als 5 km a la zona de Vinebre, Flix, Móra la Nova i Móra d'Ebre i encaixaments importants a la zona del Pas de l'Ase i Pas de Barrufemes.

AFLORAMENTS DE MATERIALS QUATERNARIS

- **Zona de la cubeta de Móra**



Figura 30. Imatge d'una de les terrasses fluvials del marge esquerre del riu Ebre (Foto: Joaquim Roset, 2016)



Figura 31. Aflorament de materials quaternaris a la ctra. C-12 i al marge esquerre del riu Ebre (Font: Google Maps, 2017)

ESDEVENIMENTS GEOLÒGICS IMPORTANTS DURANT EL QUATERNARI

Durant el període quaternari s'han produït esdeveniments geològics de rellevància i que s'analitzaran de manera general.

- **Meandre abandonat de Flix**

A la zona sud de la població de Flix i a la zona denominada les Planes, es pot observar un fenomen geològic singular: un meandre abandonat del riu Ebre. En aquest cas es tracta d'un estrangulament del riu Ebre en aquesta zona i on antigament el riu tenia un meandre molt semblant a l'actual i a la zona sud.

En un futur l'actual meandre de Flix tindrà el mateix procés geològic.

Figura 32. Mapa de relleu de la zona de Flix amb la llera actual del riu Ebre i el meandre abandonat (Font: Instamps, 2017)



- **Delta fluvial a Miravet**

A la zona sud de la població de Miravet hi ha la desembocadura de la riera de Compte, una riera amb una conca de recepció d'uns 125 km² i que drena part de la serra de Cardó i muntanyes de Tivissa. La zona de la riera forma la denominada la Plana del Bugar, formada per materials quaternaris (definites anteriorment) i els quals es poden ser arrossegats per avingudes torrencials dels diferents barrancs tributaris.

Les diverses avingudes ordinàries i extraordinàries de la riera ha desenvolupat un petit delta a la seva desembocadura el qual es pot observar en la figura següent:

Figura 33. Imatge aèria de la desembocadura de la riera de Compte al riu Ebre i a la zona sud de Miravet (Font: www.icgc.cat, 2017)



Aquest delta fa disminuir l'amplària del riu en aquesta zona passant d'uns 115 m a l'entrada del meandre a uns 50 m a la sortida, tot provocant un augment de la velocitat de l'aigua en forma de ràpids.

- **Tectònica activa a Tivissa**

Es considera tectònica activa o neotectònica els registres sísmics actius, bàsicament, durant el període quaternari.

Els terratrèmols són generats per moviments de les falles geològiques existents en una zona i a la comarca de la Ribera d'Ebre existeixen estructures amb falles geològiques sobretot a les zones del sòcol triàsic i juràssic.

L'any 1845 es va produir una sèrie sísmica a les muntanyes de Tivissa i durant els darrers dies de setembre i principis d'octubre. La magnitud estimada d'aquells terratrèmols es d'uns 4,5 a 5,5 a l'escala Richter.

Aquests terratrèmols van produir esllavissades importants en determinats llocs de les muntanyes de Tivissa, així com esquerdes en edificacions singulars del nucli de població.

Caldria dir que aquests moviments sísmics podrien estar associats al fenomen de la hidrosismicitat, atès que va haver-hi unes pluges molt abundants una quinzena de dies abans.

"DURANT EL TERCARI (65 A 2 MA) LA COMARCA ESTAVA DIVIDIDA PER LA ZONA DEL PAS DE L'ASE AMB L'EXISTÈNCIA D'UN MAR INTERN DE GRANS DIMENSIONS A LA ZONA NORD I UN PETIT MAR INTERN DE PETITES DIMENSIONS A LA CUBETA DE MÓRA I RELLEUS PERIMETRALS A LA RESTA DE LA ZONA SUD."



Figura 34. Imatge de les diverses esllavissades d'una zona de les muntanyes de Tivissa (Foto: Joaquim Roset, 2017)

Figura 35. Imatge de la façana de l'església de Sant Jaume de Tivissa amb visualització de les esquerdes provocades pel terratrèmol de 1845 (Foto: Joaquim Roset, 2017)



CONCLUSIONS

- Durant el Mesozoic (235 a 65 Ma) la comarca estava a sota d'un mar poc profund on s'hi acumulaven sediments provinents de l'erosió de relleus preexistents. Actualment aquests sediments més antics s'identifiquen amb els relleus triàsics, juràssecs i cretacs de les muntanyes de Tivissa i Rasquera i on poden trobar-se fòssils testimonis de la procedència marina dels sediments.
- Durant el Terciari (65 a 2 Ma) la comarca estava dividida per la zona del Pas de l'Ase amb l'existència d'un mar intern de grans dimensions a la zona nord i un petit mar intern de petites dimensions a la cubeta de Móra i relleus perimetrals a la resta de la zona sud. Aquests relleus perimetrals van reomplir ambdós mars amb la seva erosió i van unir-se, tot formant l'actual riu Ebre, fa uns 6 a 7 Ma. Actualment aquests sediments terciaris s'identifiquen amb els relleus de la zona nord de la comarca i la cubeta de Móra.
- Durant el Quaternari (< 2 Ma) la comarca presenta una morfologia molt semblant a l'actual i el riu Ebre presenta oscil·lacions importants associades als diversos períodes glacials d'aquesta edat geològica. Els dipòsits associats a aquestes oscil·lacions són les terrasses fluvials identificades a ambdós costats del riu i a diverses cotes respecte a la llera actual.

Línies futures d'investigació

Ateses les singularitats geològiques detectades a la comarca es podrien analitzar les línies futures d'investigació següents:

- Anàlisi de la hipòtesi de captura fluvial del riu Ebre durant el quaternari, així com una anàlisi temporal de les diverses terrasses fluvials per tal de poder estimar l'edat d'aquests fenòmens geològics.
- Anàlisi de possibles fenòmens hidrotermals i neotectònica associats a les estructures geològiques existents a la zona central i sud de la comarca.
- Anàlisi d'altres punts d'interès geològic.

BIBLIOGRAFIA DE REFERÈNCIA I FONTS DOCUMENTALS

Suport físic

IGME. *Mapa geològic núm. 471. Móra de Ebro*. Sèrie Magna. Any 1975.

INSTITUT CARTOGRÀFIC I GEOLÒGIC DE CATALUNYA. *Història geològica de Catalunya*. Any 2010.

Suport digital

www.icgc.cat

www.igme.es

www.chebro.es

www.wikipedia.org